



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

구치부에 식립된 교정용 미니스크류의
식립 각도에 따른 성공률



연세대학교 대학원

치 의 학 과

윤 유 정

구치부에 식립된 교정용 미니스크류의 식립 각도에 따른 성공률

지도 백 형 선 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함



2015년 6월

연세대학교 대학원

치 의 학 과

윤 유 정

윤유정의 석사 학위논문을 인준함

심사위원

백형선

심사위원

이 기준

심사위원

이 주영



연세대학교 대학원

2015년 6월

감사의 글

부족한 저를 이끌어 논문이 완성되기까지 아낌 없는 지도와 격려를 해주신 백형선 지도 교수님께 진심으로 감사 드리며, 바쁘신 와중에도 시간을 내주시어 조언을 아끼지 않으신 이기준 교수님께도 감사를 드립니다. 또한 저에게 교정학을 공부할 수 있도록 기회를 주시고 제 논문이 완성되는데 지원과 격려를 아끼지 않으신 이주영 원장님께도 깊은 감사를 드립니다.

그리고 연세대학교 치과대학원 교정학 전공에 들어와서 2년의 기간 동안 많은 가르침을 주신 박영철 교수님, 황충주 교수님, 유형석 교수님, 김경호 교수님, 정주령 교수님, 차정열 교수님, 최윤정 교수님께 감사 드립니다.

논문에 근간이 된 자료를 열심히 수집 해주고, 정리를 도와주신 플러스원 치과 직원분들께 감사 드리며, 늘 사랑과 격려로 저를 응원해주시는 부모님, 가족들과 지난 2년간 새벽에 공부하러 가는 엄마를 눈물로 배웅하던 사랑하는 아들 신윤희에게 감사의 마음을 드립니다.

2015년 6월 저자 씀

차 례

그림 차례.....	iii
표 차례.....	iv
국문 요약.....	v
I. 서론.....	1
II. 연구 대상 및 방법	4
1. 연구 대상 및 미니스크류 평가 항목.....	4
2. 미니스크류 식립 시 임상과정	6
가. 미니스크류의 형태 및 식립위치 선택	6
나. 미니스크류의 식립각도	7
다. 식립 토오크의 측정 및 구강 내 위치에 따른 식립방법	10
라. 식립 후 확인 및 교정력의 적용.....	10
마. 환자의 안모형태 기록	11
3. 식립된 미니스크류의 평가.....	11
4. 통계분석.....	12
III. 연구결과.....	13
1. 전체 성공률 및 식립각도에 따른 성공률.....	13

2. Univariable logistic regression analysis 결과.....	16
3. Multivariable logistic regression analysis 결과	19
4. 식립각도별 악골에 따른 성공률.....	20
5. 식립각도별 주변 연조직에 따른 성공률	21
6. 식립각도별 안모 형태에 따른 성공률	22
7. 식립각도별 미니스크류의 형태에 따른 성공률	23
8. 식립각도별 pilot drill 사용에 따른 성공률.....	24
9. 식립각도별 식립 토오크에 따른 성공률	25
10. 식립각도별 교정력 부하시점에 따른 성공률	26
IV. 고찰.....	27
V. 결론.....	35
참고문헌	37
영문요약	41

그림차례

Figure 1. Two types of miniscrew implants used in this study	6
Figure 2. Schematic showing of vertical insertion in this study	7
Figure 3. Cone beam computed tomography images of vertical insertion	8
Figure 4. Intraoral photographs showing variable insertion angles in this study.....	9
Figure 5. Distribution of insertion angles	14
Figure 6. Success rate according to insertion angle	14
Figure 7. Success rate according to tissue types at horizontal insertion angle.....	31
Figure 8. Success rate according to insertion torque at horizontal insertion angle ..	32
Figure 9. Success rate according to insertion angles at maxillary buccal molar area	33

표 차 례

Table 1. Contributing factors used in this study	5
Table 2. The success and failure rate of miniscrew implants	13
Table 3. The success rate and the number of miniscrew implants according to selected variables	15
Table 4. Crude odds ratios(cOR) and 95% confidence intervals for the contributing factors with logistic regression analysis	17
Table 5. Adjusted odds ratios(aOR) and 95% confidence intervals for the contributing factors with multivariable logistic regression analysis	19
Table 6. Success rate according to jaw and inserion angle	20
Table 7. Success rate according to tissue types and insertion angle	21
Table 8. Success rate according to facial types and insertion angle	22
Table 9. Success rate according to screw type and insertion angle	23
Table 10. Success rate according to use of pilot drill and insertion angle	24
Table 11. Success rate according to insertion torque and insertion angle	25
Table 12. Success rate according to time of loading and insertion angle	26

국문요약

구치부에 식립된 교정용 미니스크류의 식립각도에 따른 성공률

(지도 : 백형선 교수)

연세대학교 대학원 치의학과

윤유정

교정 치료에 고정원으로 최근 빈번하게 사용되고 있는 미니 스크류의 성공률과 관련된 많은 연구들이 있어 왔으나, 대부분 식립 각도가 치조골 표면에 수직이거나, 식립 각도 간의 편차가 크지 않았다. 이번 연구의 목적은 협측 구치부에서 미니스크류 식립 시 시도한 다양한 식립 각도를 수직, 경사, 수평으로 나누어 성공률을 비교하고 이외에도 여러 임상 요인에 따른 성공률의 차이를 비교하여 미니스크류의 식립 시 새로운 가능성을 제시하고자 한다.

연구대상으로 총 402명의 환자에게 식립된 925개의 미니스크류에 대해 10가지 항목(성별, 연령, 악골, 연조직형태, 안모형태, 스크류의 형태, pilot drill 사용, 식립각도, 식립 토크, 교정력 부하시점)과 관련하여 성공률에 대한 통계분석을 시행하였다. 특히 식립각도와 다른 요소들간의 연관성을 살펴 보았으며, 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 전체 성공률은 95.9% 높은 성공률을 보였다.
2. Multivariable logistic regression analysis결과 구치부에 식립된 미니스크류의 성공률에 통계적 유의성을 보인 임상요소는 식립각도 뿐이었다. 수평, 수직, 경사 세가지 식립각도 중에서 수평 식립각도 만이 통계적으로 유의차를 나타냈다.(aOR=0.16; 95%CI, 0.06-0.41) 수직 식립각도는 경사 식립각도와 성공률에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
3. 세가지 식립각도 중 경사 식립만이 상,하악간에 통계적 유의차를 보였으며($p=0.005$), 상악에서 하악보다 성공률이 높았다. 상악에서 경사 식립각도가 수직, 수평 식립각도에 비해 통계적으로 유의한 높은 성공률을 보였고($p<0.001$), 하악에서는 식립 각도간에 차이가 없었다.
4. 수평 식립각도에서는 식립부위 연조직 형태와 식립 토오크에 따른 성공률이 차이가 있었으며, 특히 치조점막에 식립된 경우 통계적으로 유의하게 낮은 성공률을 보였고($p<0.001$), 식립 토오크가 낮은 경우(5Ncm미만) 통계적으로 유의하게 낮은 성공률을 나타냈다.($p=0.002$).

이상의 결과에서 협측 구치부에 미니스크류 식립 시, 경사 식립의 성공율이 가장 높으나 수직 식립과는 유의한 차이가 없었고, 유의한 차이가 있는 수평 식립 시에는 주변 연조직 형태나 식립 토오크에 영향을 받았다.

핵심이 되는 말: 미니스크류, 식립각도, 성공률, 연조직 형태, 식립 토오크

구치부에 식립된 교정용 미니스크류의

식립각도에 따른 성공률

(지도 : 백형선 교수)

연세대학교 대학원 치의학과

윤유정



성공적인 교정치료를 위한 전제조건 중 하나는 고정원을 확보하는 것이다. 치아를 이동시키기 전에 원치 않는 치아이동을 방지하기 위해 고정원을 계획하고 준비하는 것이 필수적이다. 과거 환자의 협조에 의존하던 다양한 형태의 구외장치나 구내장치들을 대체하기 위해 다양한 골성 고정원이 개발되었다.

초기에 무치악 부위에 식립된 골내 임플란트를 교정치료 시 고정원으로 사용하고자 한 시도가 있었고, 전통적인 임플란트를 변형하여 다양한 형태로 발전되어 왔다.[1-3] Hoffman 등(1995)은 구개측에 식립 후 치아와 연결하여 고정원으로 사용하는 임플란트를 'Onplant'라고 하여 소개하였고, Melsen 등(1998)은 'Zygomatic ligature'를 통해 상악의 고정원을 보강하였다.[4] Umemori 등(1999)은 개방교합 환자의 구치함입

을 위한 'Miniplate'를 소개하였다.[5] Kanomi(1997)가 좀 더 작아진 크기의 'Mini-implant'를 소개한데 이어 Costa 등(1998)에 의해 현재의 미니스크류 고정원이 도입되었다.[6]

미니스크류는 쉬운 식립과 제거 및 저렴한 비용, 안정성 등의 장점으로 술자에게 편의를 제공할 뿐 아니라 환자들에서도 잘 받아들여지며 술 후 불편감도 낮아 최근 교정치료 영역에서 빈번하게 사용되고 있다.[7, 8] 미니스크류는 가능한 치아이동의 범위를 확장 시켰고, TPA(Transpalatal arch)를 접목한 en-masse retraction에도 사용되고 있다.[9] 과거 주로 수술을 통해 치료하던 개방교합이나 수직적 문제를 지닌 환자의 절충적인 교정치료를 가능하게 하여 교정치료 영역을 확대하는 데도 기여하였다. [10, 11]

또한 미니스크류를 이용하여 구치를 후방 이동시켜 발치 없이 전치의 돌출이나 충생을 위한 공간을 획득할 수 있다.[12, 13] 그러나 미니스크류가 치근 사이에 식립될 경우, 치아가 이동하면서 치근과 미니스크류가 접촉하여 치근이 손상될 수 있다. 미니스크류로 인한 치근 손상이 발생하면 손상의 깊이에 따라 치유양상이 다르며 치수까지 침범하는 깊은 손상의 경우, 치주조직의 완전한 회복은 힘들다고 하였다.[14] 본 연구에서는 협측 구치부에 식립된 미니스크류를 이용한 구치의 후방이동시 이러한 치근손상을 피하기 위해 미니스크류를 인접치의 치축에 거의 평행하게 식립하여 미니스크류의 팁이 구치의 협측 치근보다도 협측에 위치하게 하는 수직 식립 방법이 시도되었다.[15] 그러나 수직 식립은 치조골표면에 대해 매우 경사지게 식립되어 식립시 미끄러짐이 발생하고, 컴퓨터 단층촬영을 통해 본 결과 치조골과 스크류의 접촉면적이 작음을 알 수 있었다. 하지만 이러한 시도에 대한 실제 임상에서 효용성에 대한 구체적인 연구가 미진한 실정이다.

Watanabe 등(2013)은 미니스크류의 성공군과 실패군사이에 식립각도의 차이를 연구한 결과, 상악과 하악 모두에서 유의차가 존재하지 않았고 식립 각도는 성공률과 관련이 없다고 하였다.[16] 그러나 이 연구에서는 미니스크류의 식립각도를 다양하게 시도하지 않았고 단지 두 그룹간의 평균 식립각도를 비교하였다.

미니스크류의 안정성과 관련된 임상 요인을 밝히려는 연구들이 과거에 많이 있었지만, 임상요인의 설정이 연구마다 다를 뿐 아니라, 성공과 실패를 평가하는 시기도 식립 초기에 평가를 한 것부터 교정치료 종료시점에 관찰한 것까지 다양하였다.[17-20] 미니스크류외에 miniplate, micro-screw등 다양한 유형의 골성 고정원을 모두 포함한 경우도 있었으며,[21, 22] 단일 술자가 아닌, 여러명의 술지에 의해 식립된 경우가 많았다.[20] 동일 조건에서 동일 술자에 의해 식립 되었다 하더라도 대상자수가 충분하지 않았으며, 실패한 미니스크류의 개수 역시 부족하였다. [23]

이번 연구의 목적은 협측 구치부에서 미니스크류의 다양한 식립 각도에 따른 성공률과 임상적 효용성을 알아보고자 함이다. 이를 위해 먼저 미니스크류의 성공과 관련된 주요 임상요소를 찾아보고, 식립각도와 다른요소들과의 연관성을 알아보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 미니스크류 평가 항목

2007년 3월부터 2013년 7월까지 P 치과의원에서 교정치료를 받은 환자들 중 상악과 하악의 협측구치부(제2소구치와 제1대구치 사이, 제1대구치와 제2대구치 사이)에 1명의 술자가 동일한 조건과 동일한 과정으로 식립 한 총 402명 환자의 925개의 미니스크류를 대상으로 하였다. 이들 중 남성은 101명, 여성은 301명이었고, 평균나이는 20 ± 6.9 (최소10세, 최대47세)였다. 술자는 식립 즉시, 미니스크류 평가지에 환자관련 요인 5가지와, 식립 관련 요인 5가지 총10가지 항목을 기록하였다(Table 1).

Table1. Contributing factors used in this study

Category	Variables
Patient	
Sex	Male, female
Age	Years <20, 20~30, >30
Jaw	Maxilla, mandible
Tissue type	Attached gingiva, mucogingival junction, mucosa
Facial type	Brachyfacial, mesofacial, dolichofacial
Implantation	
Type of screw	Cylindrical type, taper type
Use of pilot drill	Self-drilling, self-tapping
Insertion Angle	Oblique, vertical, horizontal
Insertion torque	High, medium, low
Time of force loading	Immediate, delayed

2. 미니스크류 식립 시 임상과정

가. 미니스크류의 형태 및 식립위치 선택

치아이동에 필요한 메카닉과 환자의 연조직 불편감을 고려하여 술자가 판단한 최적의 부위에 침윤마취를 시행 후 포타딘으로 식립부위를 소독하고, 탐침을 이용하여 식립 위치를 표시한다. 미니스크류는 cylindrical type의 직경 1.5mm, 길이 8.0mm ACR(OAS-T1508, Biomaterials Korea Inc., Seoul, Korea)과 taper type의 직경 1.4mm, 길이 8.0mm Neo Anchor plus(MSS-1408, 명성OMS, Seoul, Korea) 두가지를 임의로 사용하였다(Fig1). 미니스크류의 Neck부위 주변의 연조직 형태에 따라 부착치는, 치은치조점막 경계, 치조점막으로 나누어 기록하였다.

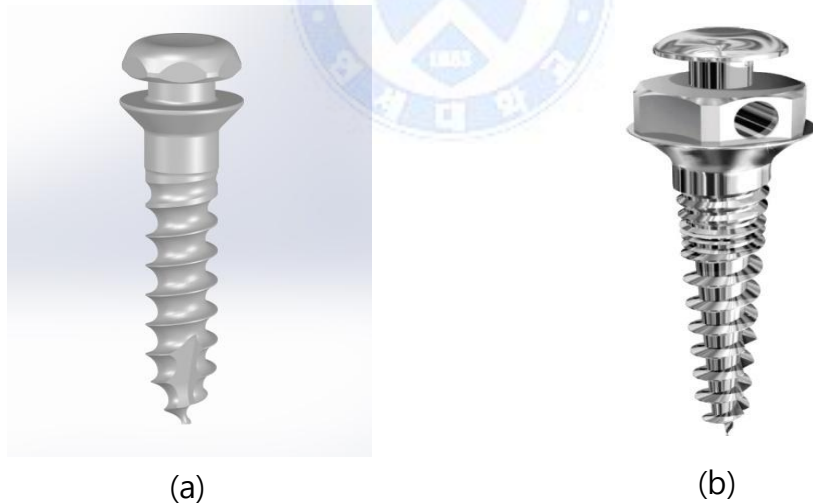


Fig1. Two types of Miniscrew implants used in this study.

a: Cylindrical type, ACR(OAS-T1508, 1.5mm diameter and 8.0mm length),

b: Taper type, Neo AnchorPlus(MSS-1408, 1.4mm diameter and 8.0mm length)

나. 미니스크류의 식립각도

식립 각도는 인접치아의 치축을 기준으로 경사(oblique), 수직(vertical), 수평(horizontal) 세가지로 분류하였다. 인접치축에 대해 거의 평행하여 15°이내의 경사를 보이며, 미니스크류의 팁이 협측 치근보다 협측에 위치하는 경우를 수직으로, 인접치축에 대해 거의 수직이면서 15°이내의 경사를 보이는 경우를 수평으로, 그 사이에 해당하는 인접치축에 비스듬하게 식립 되는 경우를 경사 식립으로 하였다. (Fig2, 3, 4)

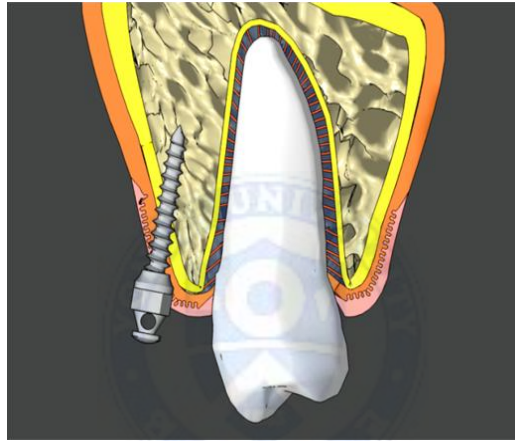


Fig2. Schematic showing of vertical insertion in this study.

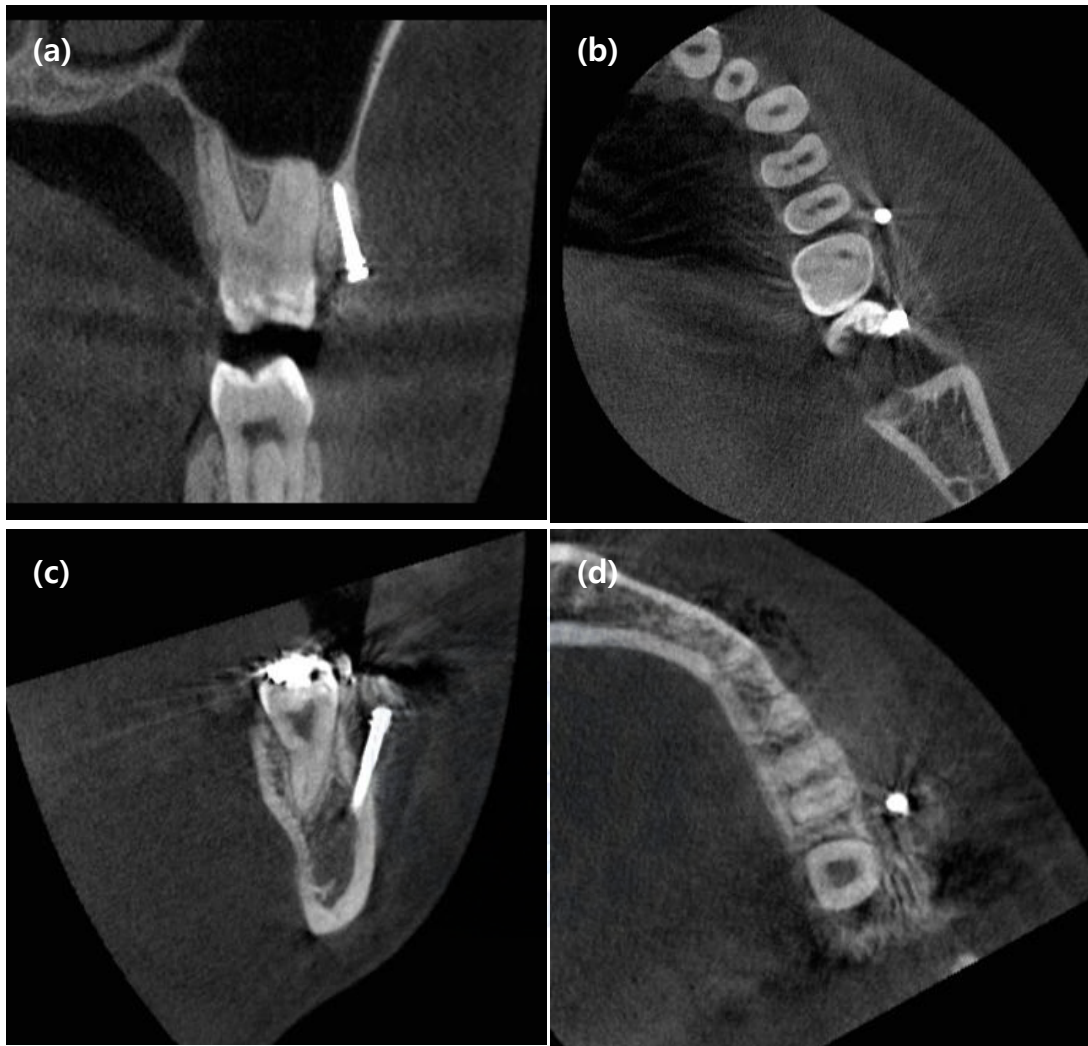


Fig3. Cone beam computed tomography images of vertical insertion.

- a: Coronal view of left maxillary molar area,
- b: Horizontal view of left maxillary molar area,
- c: Coronal view of left mandibular molar area,
- d: Horizontal view of left mandibular molar area.

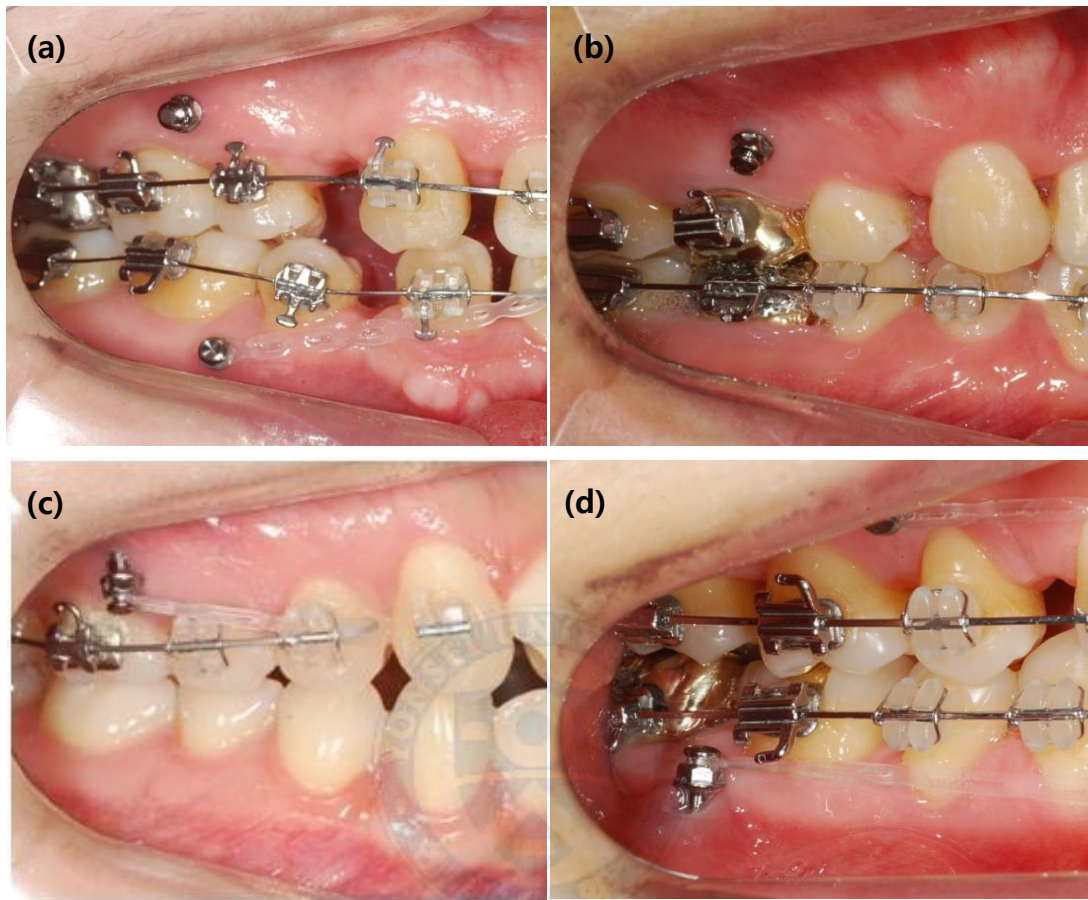


Fig4. Intraoral photographs showing variable insertion angles in this study.

- a: Horizontal insertion in posterior maxillary buccal area,
- b: Oblique insertion in posterior maxillary buccal area,
- c: Vertical insertion in posterior maxillary buccal area,
- d: Vertical insertion in posterior mandibular buccal area.

다. 식립 토오크의 측정 및 구강 내 위치에 따른 식립 방법

식립 시 최대 토오크를 Torque Ratchet(TW-60, Neo-Biotech, Seoul, Korea)으로 측정하여, 5Ncm 미만을 low, 5~15Ncm 사이를 medium, 15Ncm 이상을 high로 구분하였다. 식립 시 토오크가 강하여 self-drilling으로 저항이 강한 경우에 한해 pilot drill (OSD-1034-12C, Biomaterials Korea Inc., Seoul, Korea)을 사용한 pre-drilling을 하여 self-tapping으로 식립하였고, 그렇지 않은 경우 self-drilling으로 식립하였다.

라. 식립 후 확인 및 교정력의 적용

식립 후에는 치근단 방사선 사진을 통해 식립 위치를 확인하고 인접치아로부터 1mm 이상의 거리를 확인하였고, 인접치의 치근과 근접하거나 위치가 부적절할 경우 즉시 제거 후 이동하여 재식립하였다.[24, 25] 식립 후 환자들에게 주의사항을 고지하고 광범위한 연조직 손상을 지닌 환자들에 한해 선택적으로 항생제, 진통제, 항염증제를 처방하였고, 모든 환자에게 0.2% chlorhexidine 용액을 1주간 사용할 것을 권하였다.

교정력은 임의로 미니스크류 일부는 70g이 넘지 않도록 즉시 부하하였고, 나머지는 식립 6주후부터 150~200g으로 지연 부하하였다. [26] 탄성 체인 또는 NiTi coil spring을 이용하여 힘을 가하였고, 힘의 크기는 tension guage(Correx®, Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland)로 측정하여 기록하였다.

마. 환자의 안모형태 기록

환자의 측모 두부방사선 사진을 QuickCeph® software (QuickCeph® Studio; QuickCeph® Systems, San Diego, CA, USA)로 분석한 결과에서 Ricketts 분석법에 따라 brachyfacial type, mesofacial type 그리고 dolichofacial type 으로 분류하여 기록하였다. Ricketts의 안모형태 분류법에는 facial axis angle, facial depth, mandibular plane angle, lower facial height, mandibular arc 5가지 기준이 사용된다. Brachyfacial type은 facial axis angle, facial depth, mandibular arc가 정상보다 크고, mandibular plane angle, lower facial height은 정상보다 작은 경우이며, dolichofacial type은 brachyfacial type과 반대의 경우이다. [27]



3. 식립된 미니스크류의 평가

식립된 미니스크류는 내원시마다 관찰되었고, 뚜렷한 염증의 징후가 있어 보존적 치료만으로 구강내 유지가 어렵거나 동요도가 심해 교정력을 가하는 것이 불가능할 경우를 ‘실패’로 판정하였다. 미니스크류의 유지기간은 식립 시점으로부터 제거까지로 하였다. 미니스크류 식립 시점으로부터 1년이 경과하거나, 목적인 치아이동이 끝나고 치료가 종료된 경우를 ‘성공’으로 평가하였다.

4. 통계분석

10가지의 변수들 각각에 대해 logistic regression analysis를 사용하여 p-value 및 crude odds ratio를 구하였고, 이중에서 $p < 0.05$ 로 나온 변수들만을 가지고 multivariable logistic regression analysis로 adjusted odds ratio를 구하였다. Multivariable logistic regression analysis는 앞서 나온 $p < 0.05$ 인 변수들 중 평가하고자 하는 한 변수를 제외한 다른 변수들을 통제된 상태에서 성공률에 미치는 영향을 승산비(odds ratio)로 제시하는 방법이다.[28] 승산비(Odds ratio)는 성공이 일어날 가능성의 비를 의미하며, “1”은 기준이 되는 그룹과 동등한 성공률을 의미하고 승산비가 1보다 큰 경우 성공률이 더 높고, 1보다 작은 경우는 성공률이 더 낮다.

식립각도와 다른 변수들간의 연관성을 알아보기 위해 Pearson-chi analysis를 사용하였고, Bonferroni correction을 이용하여 사후검정하였다.

이 통계에는 SPSS Statistics 21.0 software(IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA)가 사용되었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 전체 성공률 및 식립각도에 따른 성공률

총 925개의 스크류중에 38개가 실패하였고, 887개가 성공하였으며, 전체성공률은 95.9%로 나타났다(Table2). 전체 미니스크류 중에 식립각도에 따른 분포를 보면, 77.3%에 해당하는 대부분이 경사 식립되었고, 수직식립은 17.6%였다(Fig 5).

식립각도에 따른 성공률은 경사 식립이 97.1%로 가장 높고, 수평 식립은 85.1%로 가장 낮았으며, 수직 식립은 93.9%의 성공률을 보였다(Fig 6).

Table2. The success and failure rate of miniscrew implants

	Success	Failure	Total
Miniscrew	887	38	925
Implants	95.90%	4.10%	100%

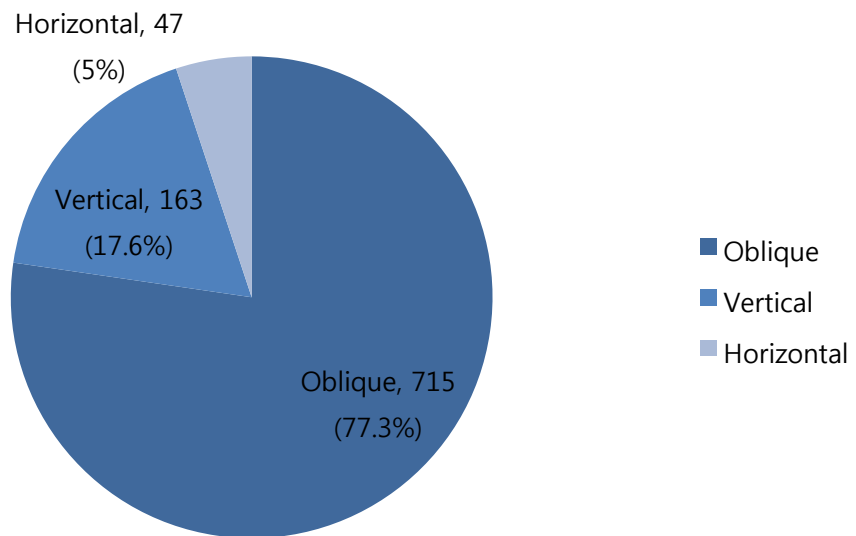


Fig 5. Distribution of insertion angles.

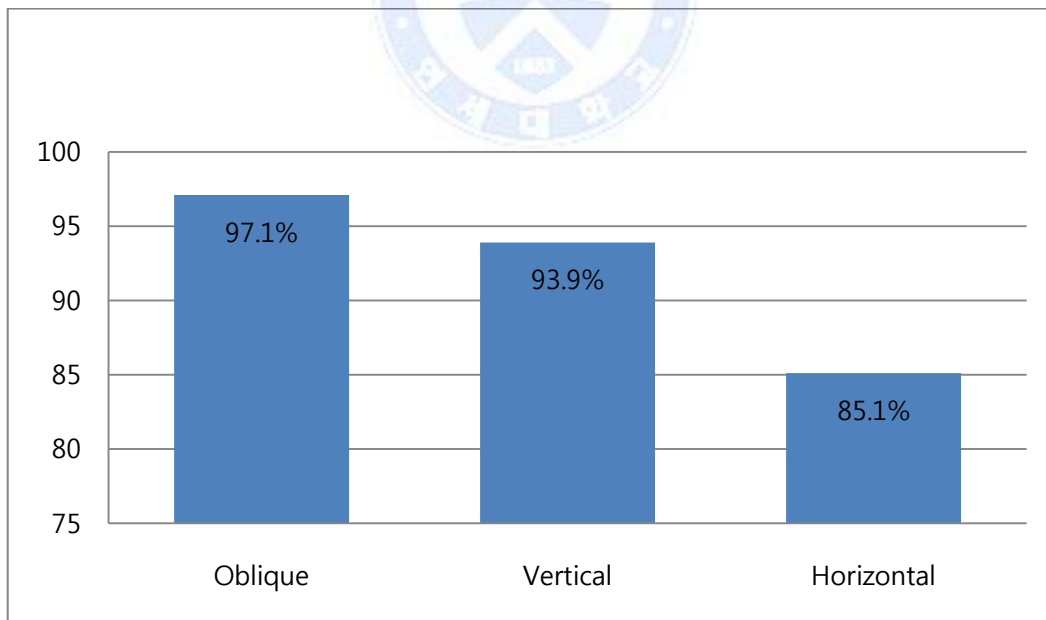


Fig 6. Success rate according to insertion angle.

Table3. The success rate and the number of miniscrew implants according to selected variables

Variable	Success Rate, %	Number of Success/ Total ,n
Sex		
Male	94.8	220/232
Female	96.2	667/693
Age		
<20	96	459/478
20~30	95.5	341/357
>30	96.7	87/90
Jaw		
Maxilla	96.5	636/659
Mandible	94.4	251/266
Tissue type		
Attached gingiva	96.1	695/723
Mucogingival junction	96	167/174
Mucosa	89.3	25/28
Facial type		
Dolichocephalic	95.5	638/668
Brachycephalic	97	194/200
Mesocephalic	96.5	55/57
Type of screw		
Cylindrical type	96.2	527/548
Taper type	95.5	360/377
Use of pilot drill		
Self-drilling	95.9	834/870
Self-tapping	96.4	53/55
Angulation		
Oblique	97.1	694/715

Vertical	93.9	153/163
Horizontal	85.1	40/47
Insertion torque		
High	97.5	158/162
Medium	96.3	603/626
Low	92	126/137
Time of loading		
Immediate	96.8	630/651
Delayed	93.8	257/274

2. Univariable logistic regression analysis 결과

Univariable logistic regression analysis 결과 기록한 변수들 중 환자와 관련된 요인에서 성별, 나이, 악골, 연조직의 형태, 안모형태는 스크류의 성공률에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 식립과 관련된 요인들 중에는 스크류의 형태, pilot drill 사용여부는 성공률에 유의차를 보이지 않았고, 식립각도, 식립 토크, 교정력의 부하시점은 통계적으로 유의차가 있었다($p < 0.05$)(Table 4).

미니스크류 식립각도 중 경사 식립에서, 승산비가 수직 식립의 2배($OR = 0.46$; 95%CI, 0.21–1.00), 수평 식립의 5배이상($OR = 0.17$; 95%CI, 0.07–0.43) 이었다. 식립 토크에서는 토크가 15Ncm 이상일 때, 성공률이 가장 높았고 medium(5~15Ncm), low(5Ncm 이하) 순이었으며, low에 한해 통계적 유의차가 존재하였고, 승산비는 high일 경우의 1/3 정도였다($OR = 0.29$; 95%CI, 0.09–0.93). 교정력의 부하시점의 경우, 즉시 부하에 비해 일정기간 후 교정력을 가했을 경우 성공률이 낮았다($OR = 0.50$; 95%CI, 0.26–0.97)(Table 4).

Table4. Crude odds ratios(cOR) and 95% confidence intervals for the contributing factors with logistic regression analysis.

Variable	cOR	95%CI	p-value
Sex			0.35
Male	1		
Female	1.40	(0.69 ~2.82)	
Age			0.87
<20	1		
20~30	0.88	(0.45 ~1.74)	0.72
>30	1.20	(0.35~4.14)	0.77
Jaw			0.14
Maxilla	1		
Mandible	0.61	(0.31~1.18)	
Tissue type			0.23
AG	1		
MGJ	0.96	(0.41~2.24)	0.93
Mucosa	0.34	(0.10~1.18)	0.09
Facial type			0.63
Dolicho	1		
Brachy	1.52	(0.62~3.71)	0.36
Meso	1.29	(0.30~5.55)	0.73
Type of screw			0.61
Cylindrical type	1		
Taper type	0.84	(0.44~1.62)	
Use of pilot drill			0.86
Self-drilling	1		
Self-tapping	1.14	(0.27~4.88)	

Angulation			0.001**
Oblique	1		
Vertical	0.46	(0.21~1.00)	0.05
Horizontal	0.17	(0.07~0.43)***	<0.001***
Insertion torque			0.04*
High	1		
Medium	0.66	(0.23~1.95)	0.46
Low	0.29	(0.09~0.93)*	0.04*
Time of loading			0.04*
Immediate	1		
Delayed	0.50	(0.26~0.97)*	

AG, Attached gingiva; MGJ, Mucogingival junction

*:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001

CI indicates confidence interval.

3. Multivariable logistic regression analysis 결과

Univariable logistic regression analysis에서 유의차를 보인 3가지 변수를 가지고 multivariable logistic regression analysis를 한 결과, 식립각도만이 협측 구치부에 식립된 미니스크류의 성공률에 유의차를 가지는 변수로 나타났으며, 식립 각도중에 수평 식립이 가장 성공률이 낮은 식립각도였다(OR=0.16; 95%CI, 0.06–0.41). 식립 토오크와 고정력의 부하시점은 통계적 유의차를 보이지 않았다(Table5).

Table5. Adjusted odds ratios(aOR) and 95% confidence intervals for the contributing factors with multivariable logistic regression analysis.

Variable	aOR	95%CI	p-value
Angulation			0.001**
Oblique	1		
Vertical	0.52	(0.24~1.14)	0.1
Horizontal	0.16	(0.06~0.41)***	<0.001***
Insertion torque			0.10
High	1		
Medium	0.62	(0.21~1.87)	0.4
Low	0.32	(0.10~1.04)	0.06
Time of loading			0.07
Immediate			
Delayed	0.53	(0.27~1.04)	

*:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001

CI indicates confidence interval.

4. 식립각도별 악골에 따른 성공률

식립 각도별로 나머지 다른 변수 중 성별과 연령을 제외한 7가지 변수와의 연관성을 모두 통계분석하였으며, 첫째로 악골과의 관계는 다음과 같았다.

상악과 하악으로 나누어 식립각도에 따른 유의차는 상악에서만 존재하였고 ($p < 0.001$), 하악에서는 식립각도에 따른 유의차가 없는 것으로 나타났다. 상악에서 경사 식립의 성공률이 가장 높았으며(98.2%), 수직 식립 및 수평식립에 비해 유의하게 높았다. 식립각도별로 상,하악을 비교했을 때는, 경사 식립만 상악과 하악간의 차이를 보이고, 수직 식립과 수평 식립에서는 상,하악간에 유의차가 없었다(Table6).

Table6. Success rate according to jaw and inserion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
Mx	496/505(98.2) _B	102/109(93.6) _A	38/45(84.4) _A	<0.001***
Mn	198/210(94.3)	51/54(94.4)	2/2(100)	0.941
p-value	0.005††	0.83	0.55	

A,B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row. ($p > 0.05$)

††: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

5. 식립각도별 주변 연조직에 따른 성공률

식립각도별로 미니스크류 주변 연조직 유형을 비교했을 때에는 부착치은일 때만 식립각도에 따른 유의차를 보이지 않았고, 치은치조점막경계일 때는 경사 식립과 수평 식립사이에 통계적 유의 차가 존재했고, 치조점막일 때는 수평 식립일 때 경사나 수직 식립에 비해 통계적 유의차가 존재하였으며, 수평 식립일 때가 성공률이 낮았다. 수평 식립에서 주변 연조직이 치조점막일 경우와, 부착치은일 경우, 통계적으로 유의차를 보였고, 치조점막일 경우 유의하게 성공률이 낮았다. 수직 식립과 경사 식립에서는 주변 연조직에 따른 성공률의 유의차를 보이지 않았다(Table7).

Table7. Success rate according to tissue types and insertion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
AG	552/571(96.7)	110/117(94.0)	33/35(94.3) ^a	0.34
MGJ	136/138(98.6) _A	24/26(92.3) _{A,B}	7/10(70) ^{a,b} _B	<0.001***
Mucosa	6/6(100) _A	19/20(95.0) _A	0/2(0) ^b _B	<0.001***
p-value	0.46	0.92	<0.001†††	

a,b/A,B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row(A,B) and column(a,b) (P>0.05)

***,†††:P<0.001

AG, Attached gingiva; MGJ, Mucogingival junction

6. 식립각도별 안모 형태에 따른 성공률

식립각도별 안모 형태에 따른 성공률의 비교에서는 dolichofacial type에서만 통계적 유의차를 보였으며, 수평 식립이 경사 식립에 비해 유의하게 성공률이 낮았다.

Brachy facial type과 meso facial type은 식립각도에 따른 성공률의 차이가 없었고, 세가지 식립각도 모두 안모 형태에 따른 유의차를 보이지 않았다(Table 8).

Table8. Success rate according to facial types and insertion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
Dolicho	499/516(96.7) _A	117/125(93.6) _{A,B}	22/27(81.5) _B	0.001**
Brachy	148/151(98)	30/31(96.8)	16/18(88.9)	0.1
Meso	47/48(97.9)	6/7(85.7)	2/2(100)	0.25
p-value	0.66	0.53	0.66	

A,B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row. ($P>0.05$)

**: $P<0.01$

7. 식립각도별 미니스크류의 형태에 따른 성공률

식립각도별 미니스크류 형태에 따른 성공률을 비교하였을 때, cylindrical type과 taper type은 둘 다 식립각도에 따른 성공률의 차이를 보였다. 세가지 식립각도에서 미니스크류의 형태에 따른 성공률의 차이는 모두 존재하지 않았다(Table 9).

Table9. Success rate according to screw type and insertion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
Cylindrical type	394/405(97.3) _A	107/111(96.4) _A	26/32(81.3) _B	<0.001***
Taper type	300/310(96.8) _A	46/52(88.5) _B	14/15(93.3) _{A,B}	0.03**
p-value	0.69	0.08	0.40	

A, B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row. (P>0.05)

** : P<0.01, *** : P<0.001

8. 식립각도별 pilot drill 사용에 따른 성공률

Pilot drill을 사용하지 않은 'self-drilling'의 경우에만 식립각도에 따른 성공률에 있어 통계적 유의차를 보였으며, 경사 식립과수평 식립간에 차이가 있었고 수평 식립이 낮았다(Table 10).

Table 10. Success rate according to use of pilot drill and insertion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
self-drilling	663/684(96.9) _A	131/139(94.2) _{A,B}	40/47(85.1) _B	<0.001***
self-tapping	31/31(100)	22/24(91.7)	0/0	0.10
p-value	0.32	0.63		

A, B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row. ($P>0.05$)

***: $P<0.001$

9. 식립각도별 식립 토오크에 따른 성공률

식립각도별로 식립 토오크에 따른 성공률을 비교하였을 때, 수평 식립에서만 식립 토오크가 low일때, high와 medium에 대해 통계적으로 유의하게 성공률이 낮았다. 다른 식립 각도에서는 식립 토오크에 따른 성공률의 통계적 유의차가 없었다(Table11).

Table11. Success rate according to insertion torque and insertion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
High	122/124(98.4)	21/23(91.3)	15/15(100) ^a	0.11
Medium	479/495(96.8)	104/109(95.4)	20/22(90.9) ^a	0.31
Low	93/96(96.9) _A	28/31(90.3) _A	5/10(50) ^b _B	<0.001***
p-value	0.63	0.50	0.002††	

a,b/A,B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row(A,B) and column(a,b) (P>0.05)

††:P<0.01, ***:P<0.001

10. 식립각도별 교정력 부하시점에 따른 성공률

즉시 교정력을 부하한 경우에만 통계적 유의차를 보였으며, 수평 식립이 경사 식립에 비해 낮았다. 각도별로는 경사 식립에서만 즉시부하가 지연부하에 비해 성공률이 높았으며, 다른 각도에서는 통계적 유의차를 보이지 않았다(Table 12).

Table 12. Success rate according to time of loading and insertion angle.

	Number of Success/Total cases(Success Rate,%)			p-value
	Oblique	Vertical	Horizontal	
Immediate loading	506/516(98.1) _A	92/98(93.9) _{A,B}	32/37(86.5) _B	<0.001***
Delayed loading	188/199(94.5)	61/65(93.8)	8/10(80)	0.18
p-value	0.01†	0.99	0.61	

A,B The same subscripts indicate no significance difference between the indicated group in row. (P>0.05)

†:P<0.05, ***:P<0.001

IV. 고찰

전체 성공률은 95.9%로 이전의 다른 연구들에 비해 높은 수치이다. 이것은 숙련된 단일 술자의 일관된 식립 과정과, 식립 후 구강 위생 관리에 대한 철저한 환자교육이 기여했을 것으로 생각된다. 임 등(2011)은, 좀 더 경험이 많은 술자들이 그렇지 않은 술자에 비해 숭산비에서 3.63배 높은 성공률을 보였다고 하였다.[18] 또한 식립 후 모든 경우에서 치근단 방사선사진 촬영을 통해 인접 치근과의 근접도를 확인하였고, 치근과 충분한 거리가 확보되지 않은 경우나 치근과 접촉한 경우, 즉시 제거 후 다시 식립 하였다. Kuroda 등(2007)은 치근 근접도가 미니스크류 실패의 주요한 요인이라고 하였고, [29] Watanabe 등(2013)이 컴퓨터 단층촬영을 통해 미니스크류와 인접치근과의 거리를 측정한 결과 실패한 그룹에서 유의하게 그 거리가 가까웠다.[16] 또한 미니스크류의 neck부위가 치은 표면 위에 충분히 노출되도록 하여, 환자로 하여금 위생관리를 용이하게 하였으며, 식립 후 주변 연조직을 움직여 보아, 염증을 유발하는 요인이 없는지 반드시 확인하였다. 식립 과정뿐 아니라 식립 후 컴퓨터 단층촬영이나 치근단 방사선 사진 촬영을 통해 위치를 확인하고 환자의 불편감이나 구강위생 관리가 용이한지 여부를 체크하는 것은 필수적이라 하겠다.

협측 구치부에 식립된 미니스크류를 대상으로 한 본 연구에서는 식립각도에 의해 성공률의 차이를 보였으며, 경사 식립이 가장 높고 수직 식립, 수평 식립순으로 성공률이 낮았다. 하지만 multivariable logistic regression analysis결과 수평 식립만이 통계적 유의차를 보였고, 가장 성공률이 낮았다.

미니스크류의 식립 각도에 대해서는 in-Vitro study에 의한 연구들이 다수 존재하였다.[30-32] Woodall 등(2011)이 cadaver study를 통해 치조골 표면에 30°, 60°, 90°

의 각도로 식립 후 고정 저항을 3차원 유한요소 분석한 연구에 의하면, 90°의 각도가 가장 컸으며, 교정력의 적용시에 가해지는 피질골 스트레스는 90°에서 가장 작았다. 즉, 치조골 표면에 거의 수직으로 식립하는 것이 고정원으로서 가장 유리하다고 하였다. [30] Perillo 등(2014)도 치조골 표면에 30°, 60°, 90°, 120°, 150°으로 식립한 미니스크류에 교정력을 가했을 때 von Mises stresses를 3차원 유한요소 분석한 결과, 90°에서 가장 작은 값을 나타냈다.[31] 본 연구에서 식립각도 중 수평 식립이 가장 낮은 성공률을 보인 것과 상반되는 결과이다. 하지만 in-Vitro study의 경우 식립 후에 일어나는 생물학적 과정이 무시되며, 골밀도나 성별 등 개체간의 차이도 고려되지 않는 한계를 지닌다. 또한 in-Vitro study의 경우, 식립 각도로 인해 피질골 스트레스의 차이가 난다는 가정을 전제로 하지만, 실제 구강 내에서는 식립각도가 달라질 때, 주변 연조직 및 구강 내 접근이나 식립 방법 등도 달라지게 된다. 실제로 식립각도별로 다른 요소들과의 상관성을 조사한 결과, 수평 식립에서 주변 연조직의 형태 및, 식립 시 토오크와 연관이 있음을 알수 있었다. 수평 식립에서 식립부위 연조직이 치조점막일 때와 식립 토오크가 낮을 때(5Ncm 미만) 통계적으로 유의차 있게 성공률이 낮았다.

Xu 등(2013)은 치조골 표면에 대해 50°~70°로 식립한 경우가 가장 안정적이라고 하였고,[33] 박 등(2006)은 상악에서는 치축에 대해 30°-40° 그리고 하악에서는 20°-60°의 식립 각도를 추천하였다.[34] Watanabe 등(2013)에 의한 연구에서 성공한 미니스크류의 치축과 이루는 평균각도는 상악에서 43.44° 하악에서 47.44°였다.[16] 이는 모두 본 연구에서 식립 각도 중 경사 식립에서 가장 높은 성공률을 보인 결과를 지지한다. 본 연구의 술자는 식립각도 중 경사 식립 식립 시, 식립 초기에는 치조골표면에 거의 수직으로 위치시켜 미니스크류의 tip일부가 치조골내에 안정적으로 위치되었을 때, 핸드 드라이버의 방향을 역방향으로 돌려, 느슨한 상태에서 각도를 바꾸어

좁으므로, 식립시 미끄러짐 등에 의한 불편을 해결하였고, 높은 성공률을 얻을 수 있었다. Carrillo 등(2013)은 이러한 방법을 “Two-Step” Insertion Technique이라 하여 소개하고 있다.[35]

본 연구에서 식립각도 중 수직 식립의 경우, 가장 성공률이 높은 경사 식립에 비해 성공률에서 통계적인 유의차를 보이지 않았다. 수직 식립은 보통 구치부 협측 치조골의 조건이 좋은 경우 시도 하였다. Tozlu 등(2014)은 컴퓨터 단층촬영을 통해 교합평면에 대한 협측 피질골 경사를 조사한 결과, 개인에 따라 차이를 보였으며, 이는 수직 안모 형태와 연관이 있다고 하였다. [36] 즉, hypodivergent할수록 협측 피질골 경사가 보다 협측으로 경사져 있었다. 협측 피질골 경사가 다를 경우, 인접 치축에 대해 같은 각도로 미니스크류를 식립 하더라도 치조골 표면과 미니스크류가 이루는 각도는 달라지게 된다. 다시 말해, 치조골이 협측으로 보다 경사져 치조골이 풍부한 경우, 미니스크류를 수직으로 식립하더라도, 미니스크류와 골과의 접촉면적은 넓어지게 된다.

Suzuki 등(2011)이 미니스크류를 30°, 40°, 45°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°의 다양한 각도에 서 기계적 스트레스를 분석한 결과에 의하면, 각도마다 차이는 있었지만, 최대 피질골 스트레스가 85.1MPa로 이는 전통적인 임플란트에 의한 스트레스에 비해 매우 낮은 수치라고 하였다. 즉, 미니스크류의 경우 어느 각도에서도 치조골에 대한 손상은 크지 않다.[37] 따라서, 치조골은 다양한 식립각도를 수용할 수 있는 것으로 생각된다.

또한 수직 식립시, 골표면에 대해서는 비스듬하게 식립되어 치조골에 식립 되는 깊이는 줄어들지만 피질골과 미니스크류와의 접촉면적이 더욱 증가하게 되고, 이는 식립 시 토오크를 증가시켜 초기 안정을 획득하는데 기여할 것으로 생각된다. [38]

이러한 결과는 협측구치부에서 미니스크류식립 시 식립각도에 있어 다양한 시도가 가능함을 의미한다. 본 연구의 식립각도 중 수직 식립으로 식립하게 되면, 미니스크류

로 인한 인접 치근 손상 가능성이 줄어들게 되고, 구치부의 전후방 움직임이 가능하게 되는 장점이 있다. 또한, 상악 또는 하악 치열 전체의 후방이동을 가능하게 하여, 소구치 발치를 피할수도 있다. 하지만 수직 식립은 식립 시 미니스크류의 미끄러짐이 있고, 시야가 불편하다는 단점도 지닌다. 종종 매우 가파른 협측 치조골 표면으로 인해, 핸드 드라이버만으로 식립이 곤란하여, contra angle 이나 pilot drill이 필요하다. 때로는 협측 치조골이 충분하지 않아 수직 식립 식립이 불가능할 때도 있다.

하지만, 본 연구에서처럼 숙련된 술자에서는 그 성공률이 높기 때문에 안정적인 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 치근 사이가 매우 좁거나, en-masse retraction이 필요한 경우 등에 시도해 볼 수 있다.

Miyawaki 등(2003)은 주변 조직의 염증이 미니스크류의 안정에 중요한 요소라고 하였고, [39] Chen 등(2008)도 미니스크류 주변의 염증은 기계적 접합을 획득하는데 중요한 주변 골을 파괴시키고, 성공률을 저하시키는 요인이라고 하였다.[21] 본 연구에서도 전체 미니스크류의 약 78%가 부착치은에 식립 되었는데, 이는 미니스크류 주변에 각화치은을 확보하여 염증에 대한 저항을 높이하고자 한 것이다. 수평 식립의 경우 주변 연조직이 치조점막일 때 부착치은인 경우에 비해 성공률이 통계적으로 유의하게 낮았다(Fig 7). 구치부에 식립각도를 수평으로 식립하는 경우, 구치 함입을 위한 경우가 많아, 충분한 거리 확보를 얻기 위해서는 구강 전정 깊이 미니스크류가 식립되는 경우가 종종 있고, 이는 연조직의 염증이거나 부종을 호발 하게 하는 원인이 될 수 있다. Cheng 등(2004)은 미니스크류가 각화치은이 아닌 치조점막에 식립될 경우, 실패 확률이 높으며 특히 하악 구치부에서 실패율이 높았는데 이는 부착치은이 부족한 것과 관련이 있다고 하였다.[40]

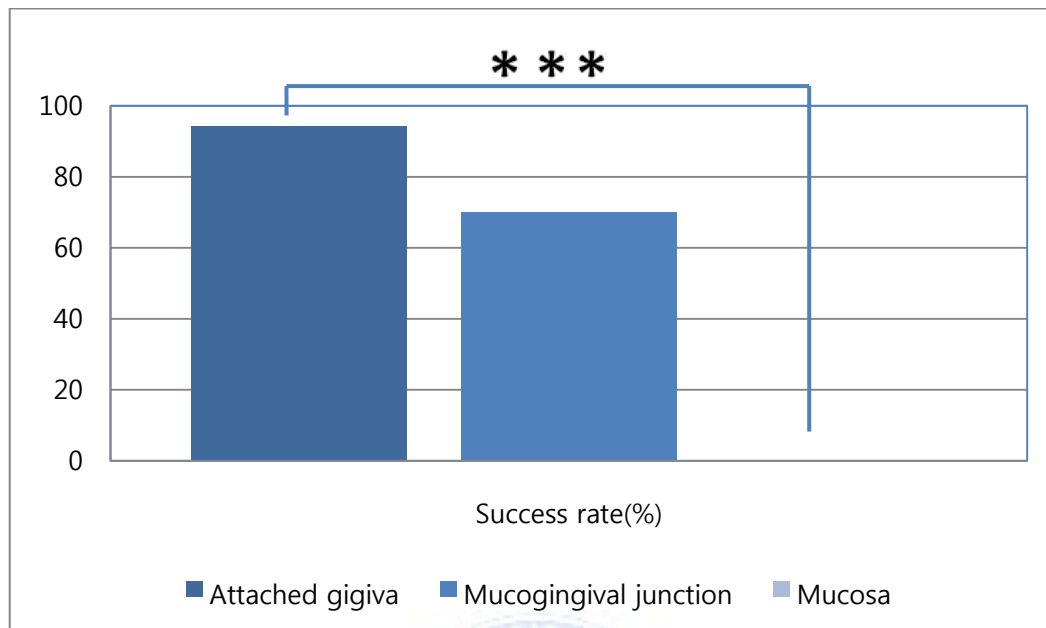


Fig7. Success rate according to tissue types at horizontal insertion angle(***:p<0.001).

수평 식립의 경우, 식립 토오크와 연관이 있었는데, Low에서 유의차 있게 성공률이 낮았다. Iijima 등(2013)은 사체에 미니스크류를 식립하여 피질골의 양과 질의 영향을 알아본 실험을 통해 피질골 두께, 골 미네랄 밀도(Bone mineral density), 그리고 골 강도는 실패에 영향을 미치는 중요한 요소라고 하였다.[41] Motoyoshi 등(2006)은 미니스크류 식립 시 토오크를 측정 한 실험에서 성공군과 실패군 사이에 유의차가 존재함을 알아냈다. 성공률이 가장 높은 군은 5Ncm~10Ncm이었으며, 그보다 작거나 큰 식립 토오크가 발생한 군은 유의차 있게 실패율이 높았다.[42] 본 연구에서 가장 성공률이 높았던 식립 토오크(15Ncm이상)의 범위와 다소 차이가 나지만, 이것은 실험 시 사용한 미니스크류의 직경과 길이 등에 차이가 있었고, 토오크 측정기구의 차이도 있었다. 식립 토오크는 골밀도와 연관되어 있으며, 골질이 약하여 식립 시 토오

크가 매우 작을 경우 초기안정을 얻기 어렵고, 골질이 단단하여 과도한 토오크가 발생하는 경우 과열에 의해 후기안정을 얻기 어렵다.[43]

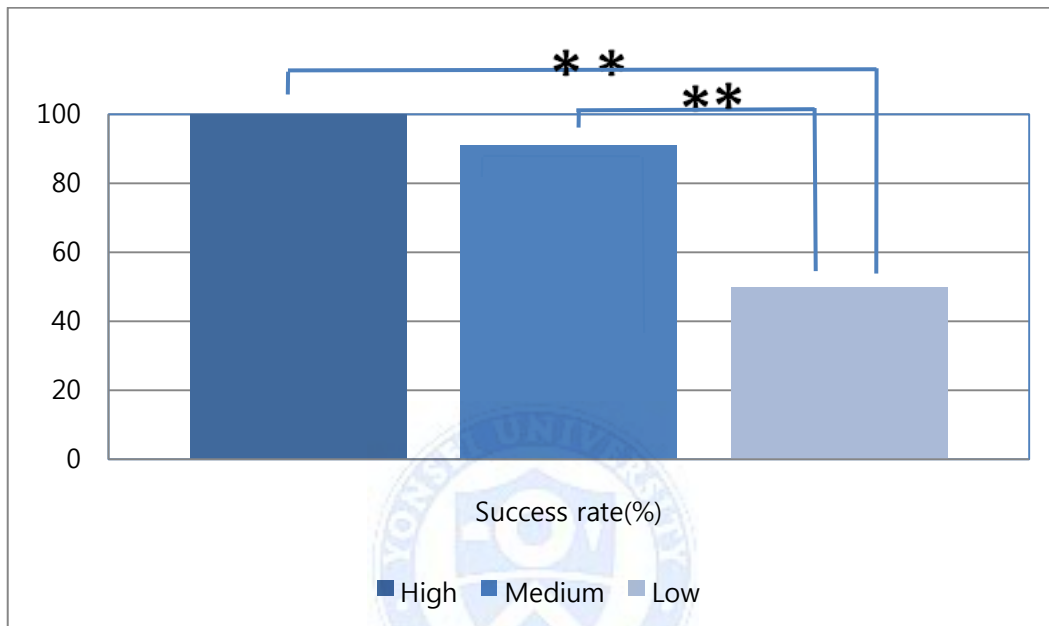


Fig8. Success rate according to insertion torque at horizontal insertion angle(**:p<0.01).

상악의 경우 경사 식립에서 매우 높은 성공률을 보였다. Papageorgiou 등(2012)에 의하면, 이전의 다수의 연구들에서 하악에 비해 상악이 높은 성공률을 보였는데, 이는 하악의 높은 골밀도로 인한 식립 시 토오크의 차이 및 과열에 기인하며 구치부의 경우 부착치은이 부족하기 때문이라고 하였다.[8] 수직 식립의 경우에는 식립 시 시야가 불편하고 과정이 어려움에도 불구하고 하악의 성공률이 상악에 비해서 약간 높았다.

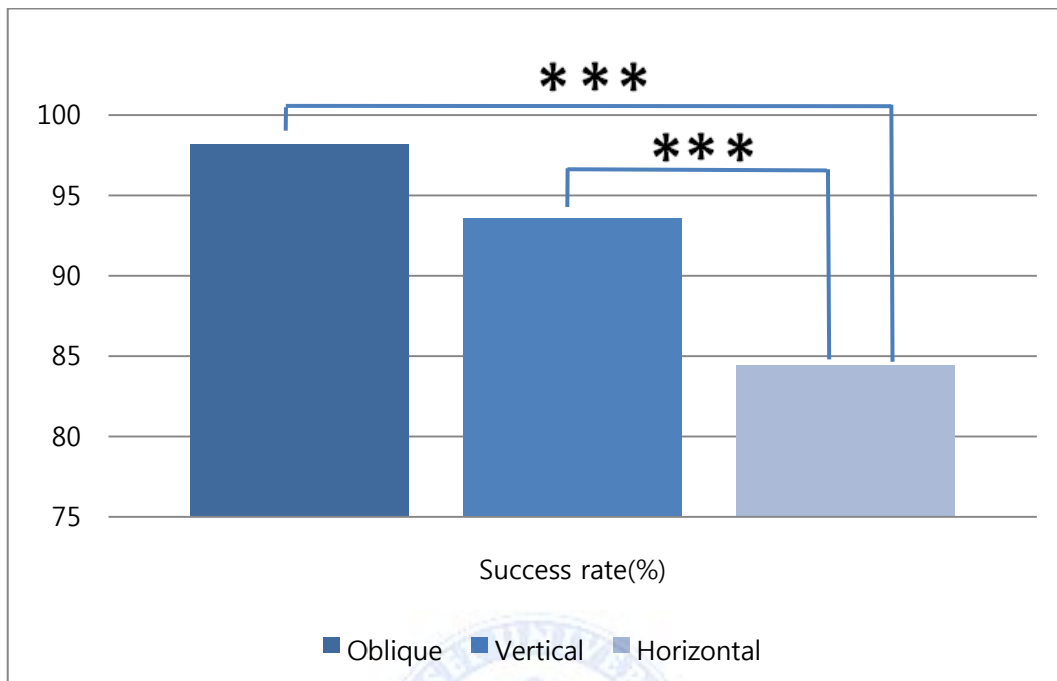


Fig9. Success rate according to insertion angles at maxillary buccal molar area(***:p<0.001).

본 연구의 한계는 평가항목을 기록함에 있어, 연조직 부위나 식립각도와 같이 경계가 명확하지 않은 항목들이 있었다는 점이다. 골질과 관련된 다른 연구들에서 골밀도는 컴퓨터 단층 촬영을 통해 해당부위의 Hounsfield units(HU)을 사용한 골 미네랄 밀도(BMD)를 측정하여 수량화 하여 연구했으나, 본 연구에서는 식립 시 측정된 토오크로 기록된 점도 한계로 남는다.[41, 43, 44] 하지만, 모든 데이터에 대한 기록을 단일 술자가 하였기 때문에, 같은 항목에 대해 여러명의 술자가 기록한 경우에 비해서는 평가의 일관성이 있었으리라 생각된다.

또한 평가 항목별 하위 그룹에서 대상자 수의 비율이 맞지 않았던 점도 들 수 있다. 식립 각도 중 수평 식립의 대상자 수가 다른 각도에 비해 적었다. 특히 하악 구치부

에 수평 식립하게 식립된 미니스크류 는 단 2개 밖에 되지 않았다.

미니스크류 식립 후 확인 시 본 연구에서는 주로 치근단 방사선 사진을 이용하였는데, Watanabe 등(2012)의 연구에 의하면, 컴퓨터 단층촬영과 치근단 방사선 사진상의 일치율이 46.5%밖에 되지 않았으며, 치근단 방사선 사진은 3차원적 구조물을 2차원으로 보여주어, 구조물들이 겹쳐 보이게 되므로, 정확한 평가를 위해서는 컴퓨터 단층촬영을 사용해야 한다고 하였다.[16]

성공을 판단하는 기준의 경우에도, 다른 연구들에서 식립 직후 평가한 것에서부터 치료 종료시까지 유지된 것 하는 것까지 기준이 다양하였다. 본 연구의 경우, 실패한 미니스크류의 유지기간은 식립 후 한달 이내인 것부터 3년 이상인 것까지 그 범위가 넓었다. Antoszewska등(2009)의 연구에서 Kaplan-Meier product-limit estimate를 통한 미니스크류의 생존률 분포 그래프를 보면 초기에 실패율이 높고 일정기간이 지나면 안정적으로 유지된다고 하였다.[45] Topouzelis 등(2012)의 연구에서 총 82개의 미니스크류의 평균 교정력 부하 기간은 8개월 이었고, 실패한 미니스크류는 대부분 식립 후 초기4개월 이내에 발생하였다.[23] Manni 등(2011)의 연구에서 실패한 미니스크류는 모두 식립 후 300일 안에 발생하였고, 대부분이 처음 100일 안에 발생하였다. [17] 따라서 본 연구에서 식립 후 1년간 유지된 것을 성공으로 판단한 것은 임상적으로 유의 하다고 생각한다. 실패에 영향을 미치는 요인을 미리 예측하였으나, 예측 항목에 포함되지 않는 요인이 있을 수 있을 것이다. 실제로 임상에서 환자들이 양치질 중에 실수로 가한 강한 충격, 헤드기어 내측 보우의 loop부분과의 지속적인 마찰, 구후 용기 부위에서 강한 음식물과의 충격 등도 영향을 줄 수 있으므로, Table1에 나열된 요인 외에 내원시 구강에서 관찰되는 요인과 환자의 진술에 대한 기록이 필요하고 이를 면밀히 파악해볼 필요가 있다.

V. 결론

교정치료시 가장 빈번하게 Temporary Anchorage Devices가 식립되는 상악과 하악의 협측 구치부 영역에서 고정원 중에서도 미니스크류를 식립한 경우, 그 성공률에 영향을 미치는 요인을 알아보고, 특히 식립 각도에 집중하여 성공률에 차이가 있는지 알아보하고자 선정된 총 402명의 환자에 식립된 925개의 미니스크류로부터 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 전체 성공률은 95.9%로 높은 성공률을 보였다.
2. Multivariable logistic regression analysis결과 구치부에 식립된 미니스크류의 성공률에 통계적 유의성을 보인 임상요소는 식립각도 뿐이었다. 수평, 수직, 경사 세가지 식립각도 중에서 수평 식립각도 만이 통계적으로 유의차를 나타냈다.(aOR=0.16; 95%CI, 0.06-0.41) 수직 식립각도는 경사 식립각도와 성공률에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
3. 세가지 식립 각도 중 경사 식립만이 상,하악간에 통계적 유의차를 보였으며($p=0.005$), 상악에서 하악보다 성공률이 높았다. 상악에서 경사 식립각도가 수직, 수평 식립각도에 비해 통계적으로 유의한 높은 성공률을 보였고($p<0.001$), 하악에서는 식립 각도간에 차이가 없었다.

4. 수평 식립각도에서는 식립부위 연조직 형태와 식립 토오크에 따른 성공률이 차이가 있었으며, 특히 치조점막에 식립된 경우 통계적으로 유의하게 낮은 성공률을 보였고($p < 0.001$), 식립 시 토오크가 낮은 경우(5Ncm미만) 통계적으로 유의하게 낮은 성공률을 나타냈다. ($p = 0.002$).

이상의 결과에서 협측 구치부에 미니스크류 식립 시, 경사 식립의 성공률이 가장 높으나 수직 식립과는 유의한 차이가 없었고, 유의한 차이가 있는 수평 식립 시에는 주변 연조직 형태나 식립 토오크에 영향을 받았다.



참고문헌

1. Roberts, W.E., et al., *Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage*. Angle Orthod, 1989. **59**(4): p. 247-56.
2. Roberts, W.E., K.J. Marshall, and P.G. Mozsary, *Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site*. Angle Orthod, 1990. **60**(2): p. 135-52.
3. Roberts, W.E., et al., *Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants*. Am J Orthod, 1984. **86**(2): p. 95-111.
4. Block, M.S. and D.R. Hoffman, *A new device for absolute anchorage for orthodontics*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1995. **107**(3): p. 251-8.
5. Umemori, M., et al., *Skeletal anchorage system for open-bite correction*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1999. **115**(2): p. 166-74.
6. Kanomi, R., *Mini-implant for orthodontic anchorage*. J Clin Orthod, 1997. **31**(11): p. 763-7.
7. Zawawi, K.H., *Acceptance of orthodontic miniscrews as temporary anchorage devices*. Patient Prefer Adherence, 2014. **8**: p. 933-7.
8. Papageorgiou, S.N., I.P. Zogakis, and M.A. Papadopoulos, *Failure rates and associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: a meta-analysis*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2012. **142**(5): p. 577-595 e7.
9. Lee, J., et al., *Effectiveness of en-masse retraction using midpalatal miniscrews and a modified transpalatal arch: Treatment duration and dentoskeletal changes*. Korean J Orthod, 2014. **44**(2): p. 88-95.
10. Scheffler, N.R. and W.R. Proffit, *Miniscrew-supported posterior intrusion for treatment of anterior open bite*. J Clin Orthod, 2014. **48**(3): p. 158-68.
11. Anhoury, P.S., *Retromolar miniscrew implants for Class III camouflage treatment*. J Clin Orthod, 2013. **47**(12): p. 706-15.

12. Nishimura, M., et al., *Nonextraction treatment with temporary skeletal anchorage devices to correct a Class II Division 2 malocclusion with excessive gingival display*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2014. **145**(1): p. 85-94.
13. Jung, M.H., *A comparison of second premolar extraction and mini-implant total arch distalization with interproximal stripping*. Angle Orthod, 2013. **83**(4): p. 680-5.
14. Alves, M., Jr., et al., *Root repair after contact with mini-implants: systematic review of the literature*. Eur J Orthod, 2013. **35**(4): p. 491-9.
15. Lee, J.Y., *Molar distalization by using vertically installed mini-screws*. Orthod Fr, 2012. **83**(4): p. 257-66.
16. Watanabe, H., et al., *Orthodontic miniscrew failure rate and root proximity, insertion angle, bone contact length, and bone density*. Orthod Craniofac Res, 2013. **16**(1): p. 44-55.
17. Manni, A., et al., *Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews*. Eur J Orthod, 2011. **33**(4): p. 388-95.
18. Lim, H.J., et al., *Predictors of initial stability of orthodontic miniscrew implants*. Eur J Orthod, 2011. **33**(5): p. 528-32.
19. Lim, H.J., et al., *Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2009. **136**(2): p. 236-42.
20. Moon, C.H., et al., *Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region*. Angle Orthod, 2008. **78**(1): p. 101-6.
21. Chen, Y.J., et al., *Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: experience with 492 temporary anchorage devices*. Clin Oral Implants Res, 2008. **19**(11): p. 1188-96.
22. Chen, Y.J., et al., *A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems*. Clin Oral Implants Res, 2007. **18**(6): p. 768-75.
23. Topouzelis, N. and P. Tsaousoglou, *Clinical factors correlated with the success rate of miniscrews in orthodontic treatment*. Int J Oral Sci, 2012. **4**(1): p. 38-44.

24. Liou, E.J.W., B.C.J. Pai, and J.C.Y. Lin, *Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces?* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2004. **126**(1): p. 42-47.
25. Ohashi, E., et al., *Implant vs screw loading protocols in orthodontics.* Angle Orthod, 2006. **76**(4): p. 721-7.
26. Mah, J. and F. Bergstrand, *Temporary anchorage devices: a status report.* J Clin Orthod, 2005. **39**(3): p. 132-6; discussion 136; quiz 153.
27. Ricketts, R.M., *Planning Treatment on the Basis of the Facial Pattern and an Estimate of Its Growth.* The Angle Orthodontist, 1957. **27**(1): p. 14-37.
28. Katz, M.H., *Multivariable analysis.* 2011, Cambridge: Cambridge University Press.
29. Kuroda, S., et al., *Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2007. **131**(4 Suppl): p. S68-73.
30. Woodall, N., et al., *Effect of miniscrew angulation on anchorage resistance.* Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011. **139**(2): p. e147-52.
31. Perillo, L., et al., *Finite element analysis of miniscrew placement in mandibular alveolar bone with varied angulations.* Eur J Orthod, 2014.
32. Lee, J., et al., *Effects of placement angle and direction of orthopedic force application on the stability of orthodontic miniscrews.* Angle Orthod, 2013. **83**(4): p. 667-73.
33. Xu, Z., et al., *Effect of placement angle on the stability of loaded titanium microscrews in beagle jaws.* Angle Orthod, 2013. **83**(4): p. 659-66.
34. 박효상, et al., *Micro-implant를 이용한 교정치료.* 2006, 서울: 대한민국.
35. Carrillo, R. and P.H. Buschang, *Palatal and mandibular miniscrew implant placement techniques.* J Clin Orthod, 2013. **47**(12): p. 737-43.
36. Tozlu, M., et al., *Maxillary buccal cortical plate inclination at miniscrew insertion sites.* Angle Orthod, 2014.

37. Suzuki, A., et al., *Changes in stress distribution of orthodontic miniscrews and surrounding bone evaluated by 3-dimensional finite element analysis*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011. **140**(6): p. e273-80.
38. Wilmes, B., Y.Y. Su, and D. Drescher, *Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants*. Angle Orthod, 2008. **78**(6): p. 1065-70.
39. Miyawaki, S., et al., *Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2003. **124**(4): p. 373-8.
40. Cheng, S.J., et al., *A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage*. Int J Oral Maxillofac Implants, 2004. **19**(1): p. 100-6.
41. Iijima, M., et al., *Effect of the quantity and quality of cortical bone on the failure force of a miniscrew implant*. Eur J Orthod, 2013. **35**(5): p. 583-9.
42. Motoyoshi, M., et al., *Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant*. Clin Oral Implants Res, 2006. **17**(1): p. 109-14.
43. Cha, J.Y., et al., *Miniscrew stability evaluated with computerized tomography scanning*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2010. **137**(1): p. 73-9.
44. Santiago, R.C., et al., *Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2009. **136**(2): p. 243-50.
45. Antoszewska, J., et al., *Five-year experience with orthodontic miniscrew implants: a retrospective investigation of factors influencing success rates*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2009. **136**(2): p. 158.e1-10; discussion 158-9.

Abstract

Success rate of orthodontic miniscrew implants according to insertion angle placed in the posterior buccal region

Yu Jung Yoon

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Hyoung Seon Baik, D.D.S., Ph.D.)

Several studies have examined the success rates of miniscrew implants as orthodontic anchorage. However, either these studies used insertion angles that were perpendicular to the alveolar bone surface or the differences between the placement angles were insufficient. The aim of this study was to evaluate the success rates of miniscrew implants based on their insertion angle (vertical, oblique, and horizontal insertion). Moreover, we examined the effects of other clinical factors on the success rates and suggested new techniques for the insertion of miniscrew implants.

In this study, we analyzed 925 miniscrew implants inserted in 402 patients. Sex, age, jaw, tissue type, facial type, type of screw, use of pilot drill, insertion angle, insertion torque, and time of loading were evaluated. The correlation between insertion angle and other factors were evaluated, and the results were as follows:

1. The overall success rate of miniscrew implants was 95.9%.
2. Multivariable logistic regression analysis showed a correlation between insertion angle and success rates of miniscrew implants, and this was statistically significant. Among the three types of insertion angles, only the horizontal insertion angle showed statistical significance (aOR=0.16;95%CI, 0.06–0.41). Vertically inserted miniscrew implants did not show any difference in the success rates from miniscrew implants inserted at an oblique angle.
3. Among the three types of insertion angles, only the oblique insertion angle showed differences in the jaw($p=0.005$), that is, the success rate was higher in the maxilla than mandible. In the maxilla, the oblique insertion angle showed higher success rates than the vertical and horizontal insertion angles($p<0.001$).
4. The horizontal insertion angle showed differences in the success rates with the type of soft tissue and the insertion torque. Miniscrew implants inserted in the mucosa($p<0.001$) or with low insertion torque($<5\text{Ncm}$; $p=0.002$) showed lower success rates.

The results of this study showed that on the insertion of miniscrew implants in the posterior buccal area, the success rates of oblique insertion were the highest, and there were no statistically significant differences with vertical insertion. The success rates of horizontal insertion were influenced by the soft tissue type and insertion torque.



Key words : Miniscrew, Insertion angle, Success rate, Soft tissue type, Insertion torque